



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 35 370 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
G 01 F 23/28
G 01 F 23/38
G 01 F 25/00

⑳ Aktenzeichen: 198 35 370.7
㉔ Anmeldetag: 5. 8. 1998
㉕ Offenlegungstag: 10. 2. 2000

DE 198 35 370 A 1

㉑ Anmelder:
VEGA Grieshaber KG, 77709 Wolfach, DE

㉒ Vertreter:
Patentanwälte Westphal, Mussnug & Partner,
78048 Villingen-Schwenningen

㉓ Erfinder:
Raffalt, Felix, Dipl.-Ing., 77756 Hausach, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab

⑤4 Verfahren und Anordnung zur Funktionsüberwachung von Vibrationsgrenzschaltern

⑤7 Verfahren zur Funktionsüberwachung von Vibrationsgrenzschaltern mit einer Schwinggabel und einer der Schwinggabel parallel geschalteten Schwinggabelnachbildungseinheit, die Bestandteil eines Oszillatorschwingkreises ist, wobei während des Füllstandmessbetriebes der Oszillatorschwingkreis zyklisch auf der aktuellen Schwinggabelfrequenz sowie auf Frequenzen von redundanten Bandfiltern schwingt, wobei die Frequenzen der Bandfilter zwischen zwei Werten, die von an die Bandfilter schaltbaren Kennwiderständen abhängen, variieren.

DE 198 35 370 A 1

Aufgabe des nachfolgend beschriebenen Sensors ist die Arbeitsweise als Überfüllsicherung bzw. Trockenlaufschutz, entsprechend der Sicherheitsanforderungsklasse AK5.

Dies bedeutet, daß der Sensor alle elektrisch und mechanisch anzunehmenden Defekte erkennen muß und den Ausgang daraufhin in den sicheren Zustand zu überführen hat. Ein unbemerkter Bauteilausfall, der ein Nichtansprechen des Sensors bei Auftreten des zu meldenden Füllstandniveaus zur Folge hätte, muß durch entsprechende Überwachungsverfahren ausgeschlossen sein.

Stand der Technik ist ein Schwinggabelgrenzschalter, bei dem die füllstandabhängige Schwingfrequenz der Gabel als Analogstrom zum Auswertgerät übertragen wird. Das Auswertgerät vergleicht den aktuellen Stromwert mit dem abgespeicherten Wert beim Leerabgleich und meldet bei Überschreiten einer festgelegten Differenz das Erreichen des zu meldenden Füllstandniveaus. Zu Testzwecken schaltet das Auswertgerät den Rückkoppeloszillator des Sensors von der Schwinggabel auf ein Referenzbandfilter um. Der Sensor überträgt dann einen Referenzstromwert zum Auswertgerät, das diesen mit einem, während des Abgleichs abgespeicherten Wert vergleicht und bei Abweichungen dies als Defekt der Meßeinrichtung meldet (VEGA DE 42 32 719). Nachteilig an diesem Verfahren ist, daß bei Inbetriebnahme ein Leerabgleich durchzuführen ist sowie der umfangreiche analogtechnische Schaltungsaufwand.

Ein zweiter Stand der Technik ist ein Schwinggabelgrenzschalter, bei dem die Schwingfrequenz als binäre Impulse zum Auswertgerät übertragen wird. Zu Testzwecken schaltet der Sensor das Antriebssystem der Schwinggabel periodisch ab und wertet die auftretende Phasenverschiebung zwischen Empfangswandler und Erregungswandler vor und nach der Abschaltung aus.

Nachteilig an diesem Verfahren ist, daß nach Abschaltung der Gabelerregung während der Nachschwingphase die Referenzmessung erfolgt. Bei viskosen Füllgütern wird aufgrund deren schwingungsdämpfender Eigenschaften die Nachschwingphase extrem kurz, so daß die Palette meßbarer Füllgüter stark eingeschränkt ist (E+H DE 44 02 234).

Ein dritter Stand der Technik ist ein Schwinggabelgrenzschalter, bei dem 2 getrennte Empfangswandler vorgesehen sind, mit jeweils eigenem Rückkoppeloszillator. Beide Signalverarbeitungskanäle dienen abwechselnd zur Erzeugung des Antriebssignals. Zum Auswertgerät werden dabei abwechselnd beide Schwingfrequenzen binär übertragen und von diesem auf Übereinstimmung überprüft (E+H DE 44 19 617). Nachteilig an diesem Verfahren ist das aufwendige Antriebssystem mit 2 getrennten Empfangswandlern. Ein weiterer wesentlicher Nachteil der Verfahren nach zweitem und drittem Stand der Technik ist die Tatsache, daß der Schwinggabelresonator mechanisch (z. B. durch Abfräsen) auf eine feste Frequenz bei der Herstellung genau abgeglichen werden muß, was erhebliche Kosten verursacht. Beschichtete Schwinggabeln (Halar, Email) können überhaupt nicht eingesetzt werden. Ohne diesen Initialabgleich jeder Schwinggabel auf eine bei allen Gabeln gleiche Frequenz wäre weder ein einheitlicher Werksabgleich, noch der später abgleichlose Austausch möglich.

Stand der Technik zur Vermeidung eines mechanischen Schwinggabelabgleichs, bzw. der Notwendigkeit des Leerabgleichs durch den Kunden, ist die Verwendung eines Kennwiderstands, der der Schwinggabel zugeordnet ist und der Sensorelektronik die genaue Größe der Schwinggabelgrundfrequenz mitteilt (E+H DE 42 32 659). Nachteilig an diesem Verfahren ist, daß eine Drift oder ein Ausfall des Kennwiderstandes und der ihn auswertenden Schaltungs-

teile nicht festgestellt werden kann und damit eine Anwendung entsprechend AK5 nicht zulässig ist.

Aufgabe des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es daher eine Anordnung zu schaffen, welche es gestattet auf einen Leerabgleich durch den Kunden zu verzichten. Schwinggabeln beschichtet und unbeschichtet ohne mechanischen Nachabgleich einzusetzen sowie ein Standardantriebssystem zu verwenden. Desweiteren soll eine besonders hohe Fehlerdetektionssicherheit bei möglichst geringem Schaltungsaufwand erzielt werden.

Gelöst wird die Aufgabe durch die folgenden Merkmale:

- Kodierung der Schwinggabelresonanzfrequenz in Luft über 2 redundante Kennwiderstände von unterschiedlicher Größe, die in einem bestimmten mathematischen Verhältnis zueinander stehen.
- Auswertung der Kennwiderstände über 2 redundante Bandfilter, die anstelle der Schwinggabel in den Oszillatorschwingkreis geschaltet werden können.
- Umschaltung der Bandfilter vom jeweiligen Kennwiderstand für Luftfrequenz auf jeweils einen weiteren Referenzwiderstand für eine tiefe Frequenz, die den ins Füllgut eingetauchten Zustand des Sensors nachbildet.
- Ablaufsteuerung, welche den Oszillatorschwingkreis veranlaßt zyklisch auf der aktuellen Schwinggabelfrequenz sowie auf den Frequenzen der beiden redundanten Bandfilter (2 × Luft, 2 × Bedeckung) zu schwingen.
- Übertragungsverfahren, welches auf einer Zweidrahtleitung mittels binärer Stromwerte den Meßwert und die 4 Referenzwerte digital überträgt, wobei anhand des Tastverhältnisses die Kodierung zwischen Meß- und Referenzwert erfolgt.

Fig. 1 zeigt das Blockschaltbild einer, dem erfindungsgemäßen Verfahren entsprechenden, Schaltungsanordnung.

Fig. 2 zeigt die Signalübertragung zwischen Sensor und Auswertgerät.

Es ergibt sich folgender Funktionsablauf:

Während des Füllstandmeßbetriebs wird die Schwinggabel 17 vom Rückkoppeloszillator 1 bis 10 auf ihrer mechanischen Resonanzfrequenz erregt. Die vom Füllgutbedeckungszustand abhängige Schwingfrequenz wird vom Frequenzteiler 27 heruntergeteilt (z. B.: 8) und dem Monoflop 25 zugeführt, welches die Stromstufe 24 mit Impulsen definierter Breite ansteuert. Auf der Zweidrahtleitung 28 werden die heruntergeteilten Schwingfrequenzimpulse als Wechsel zwischen 2 Stromwerten (z. B. 8/16 mA) binär zum Auswertgerät übertragen.

Nachdem eine bestimmte Anzahl, den Füllstandmeßwert darstellender Stromimpulse, zum Auswertgerät übertragen wurde (z. B. 16 Meßwerte), schaltet der Frequenzteiler 27 mittels eines weiteren Ausgangssignals 29 den Schalter 11 von der Schwinggabel 17 auf die Schwinggabelnachbildung 16 um, welcher je nach Stellung des Schalters 13 das Bandfilter 14 bzw. 15 parallelgeschaltet ist. Der Rückkoppeloszillator 1 bis 10 schwingt auf diese Weise auf der Resonanzfrequenz des Bandfilters 14 bzw. 15, dessen Frequenz je nach Stellung der Schalter 18 bzw. 19 von den Werten der Widerstände 20, 21 bzw. 22, 23 abhängt. Die Umschaltung des Schalters 13 (z. B. nach 64 Stromimpulsen) sowie der Schalter 18 und 19 (z. B. nach 32 Stromimpulsen) wird ebenfalls vom Teiler 27 gesteuert. Über die Zweidrahtleitung wird auf diese Weise abwechselnd eine Meßwertfolge 40 und jeweils eine von 4 Referenzwertfolgen 41 bis 44 zum Auswertgerät übertragen. Die Wertefolgen 40 bis 44 setzen sich dabei aus jeweils z. B. 16 einzelnen Werten 45 bis 49 zusammen.

che Zwangsablaufsteuerung mittels Frequenzteiler 27 und einfacher binärer Stromausgangsstufe 24 (keine f/I-Wandlung)

– geringer Signalerfassungsaufwand im Auswertgerät durch die binäre Übertragung (kein A/D-Wandler erforderlich) 5

– keine Abgleicheinrichtungen im Auswertgerät erforderlich (redundante EEPROM Abgleichwertspeicher, Abgleichbedienelemente entfallen) 10

Durch den symmetrischen Aufbau des Funktionstests ist das Verfahren sowohl zur Überwachung von Überfüllsicherungen als auch von Minimumdetektionen einsetzbar.

Patentansprüche 15

Verfahren zur Funktionsüberwachung von Vibrationsgrenzschaltern mit einer Schwinggabel (17) und einer der Schwinggabel (17) parallel geschalteten Schwinggabelnachbildungseinheit (16), die Bestandteil eines Oszillatorschwingkreises (14, 15, 20–23) ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß während des Füllstandmessbetriebes der Oszillatorschwingkreis (14, 15, 20–23) zyklisch auf der aktuellen Schwinggabelfrequenz sowie auf Frequenzen von redundanten Bandfiltern (14, 15) 20 schwingt, wobei die Frequenzen der Bandfilter (14, 15) zwischen zwei Werten, die von an die Bandfilter (14, 15) schaltbaren Kennwiderständen (20, 22) abhängen, variieren. 25

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

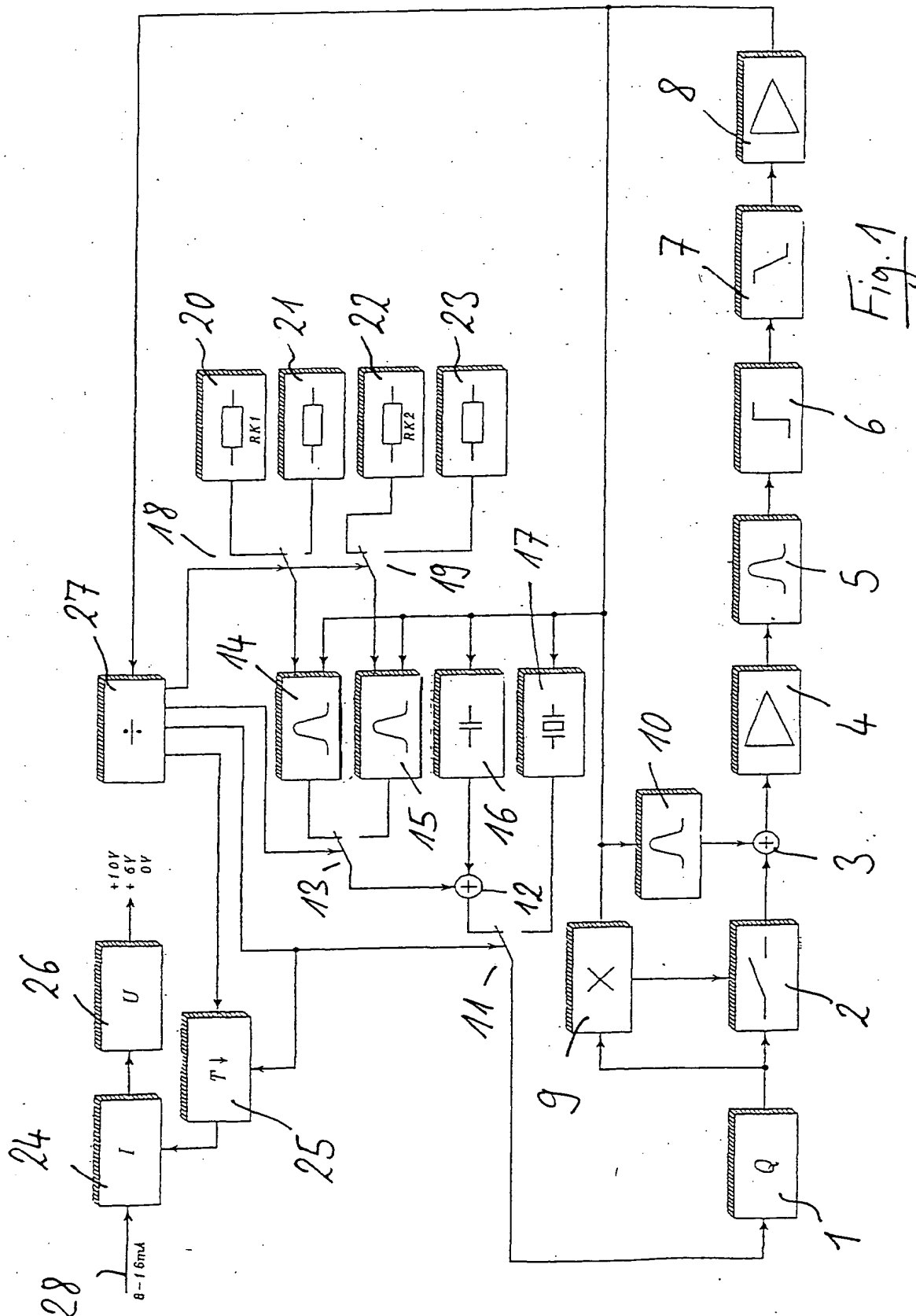
45

50

55

60

65



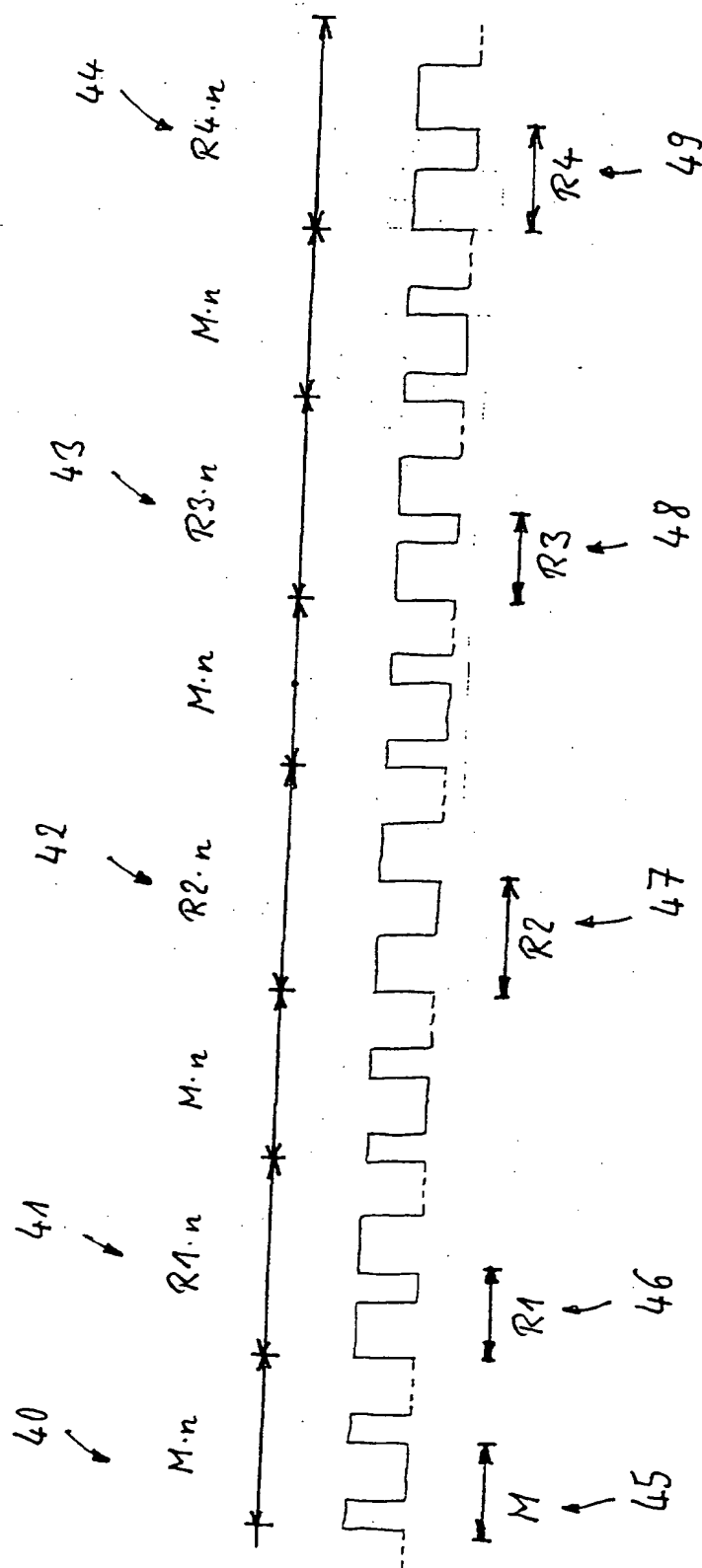


Fig. 2

$n = 2, 3, 16$